

RECEPTION DEVICE FOR SPREAD SPECTRUM COMMUNICATION

Patent Number: JP2001102964
Publication date: 2001-04-13
Inventor(s): MATSUNOBU HIDEKAZU
Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
Requested Patent: ☐ JP2001102964
Application Number: JP19990278706 19990930
Priority Number(s):
IPC Classification: H04B1/713
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a reception device for spread spectrum communication which can maintain excellent characteristics in interference environment and also secure noise-resistance characteristics equivalent to those of a linear composition system.

SOLUTION: The reception device for spread spectrum communication which uses a high-speed frequency hopping system making multiple hops for every data bit has a hop data decision part 9 which decides data for each hop, a reception intensity detection part 11 which detects the reception intensity of each hop, a weight control part 12 which performs a weight operation with the reception intensity of each hop detected by the detection part 11, and a composition decision part 13 which decides data by synthesizing individual pieces of hop data decided by the hop data decision part 9 according to the weight found by the weight control part 12.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-102964

(P2001-102964A)

(43) 公開日 平成13年4月13日 (2001.4.13)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 4 B 1/713

識別記号

F I

H 0 4 J 13/00

テーマコード(参考)

E 5 K 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-278706

(22) 出願日 平成11年9月30日 (1999.9.30)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 松延 秀和

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

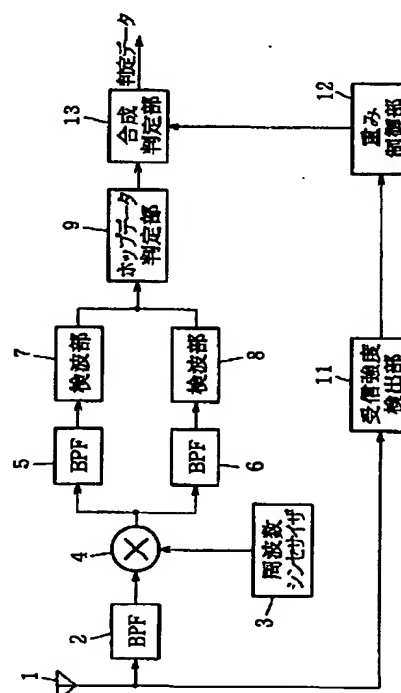
Fターム(参考) 5K022 EE04 EE32

(54) 【発明の名称】 スペクトラム拡散通信受信装置

(57) 【要約】

【課題】 干渉環境下における良好な特性を維持できると共に線形合成方式並みの対ノイズ特性を確保できるスペクトラム拡散通信受信装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 データ1ビット当たり複数回ホップする高速周波数ホッピング方式を用いるスペクトラム拡散通信受信装置であって、各ホップについてデータ判定するホップデータ判定部9と、各ホップの受信強度を検出する受信強度検出部11と、受信強度検出部11で検出した各ホップの受信強度により重み演算を行う重み制御部12と、重み制御部12にて求められた重みによりホップデータ判定部9で判定された各ホップデータを合成してデータ判定をおこなう合成判定部13とを有する。



特開2001-102964
(P2001-102964A)

(2)

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】データ1ビット当たり複数回ホップする高速周波数ホッピング方式を用いるスペクトラム拡散通信受信装置であって、各ホップについてデータ判定するホップデータ判定部と、各ホップの受信強度を検出する受信強度検出部と、前記受信強度検出部で検出した各ホップの受信強度により重み演算を行う重み制御部と、前記重み制御部にて求められた重みにより前記ホップデータ判定部で判定された各ホップデータを合成してデータ判定をおこなう合成判定部とを有するスペクトラム拡散通信受信装置。

【請求項2】前記重み制御部は、各ホップの受信強度の中から最大受信強度を検知する最大受信強度検出部と、最大受信強度以外の他のホップの平均受信強度を求める平均受信強度検出部と、前記最大受信強度と前記平均受信強度とのレベル差を求め、前記レベル差をしきい値と比較する比較部と、前記比較部の比較結果に基づいて重みを決定する重み演算部とを有することを特徴とする請求項1に記載のスペクトラム拡散通信受信装置。

【請求項3】前記重み制御部は、各ホップの受信強度の中から最大受信強度を検知する最大受信強度検出部と、各ホップの受信強度の中から最小受信強度を検出する最小受信強度検出部と、前記最大受信強度と前記最小受信強度とのレベル差を求め、前記レベル差をしきい値と比較する比較部と、前記比較部の比較結果に基づいて重みを決定する重み演算部とを有することを特徴とする請求項1に記載のスペクトラム拡散通信受信装置。

【請求項4】前記重み制御部は、各ホップの受信強度の中から最大受信強度を検知する最大受信強度検出部と、最大受信強度以外の他のホップの平均受信強度を求める平均受信強度検出部と、前記最大受信強度と前記平均受信強度とのレベル差を求め、前記レベル差を第1のしきい値と比較する第1の比較部と、前記最大受信強度と各ホップの受信強度との各々のレベル差を求め、前記各々のレベル差を第2のしきい値と比較する第2の比較部と、前記第1、第2の比較部の比較結果に基づいて重みを決定する重み演算部とを有することを特徴とする請求項1に記載のスペクトラム拡散通信受信装置。

【請求項5】前記重み制御部は、各ホップの受信強度の中から最大受信強度を検知する最大受信強度検出部と、各ホップの受信強度の中から最小受信強度を検出する最小受信強度検出部と、前記最大受信強度と前記最小受信強度とのレベル差を求め、前記レベル差を第1のしきい値と比較する第1の比較部と、前記最大受信強度と各ホップの受信強度との各々のレベル差を求め、前記レベル差を第2のしきい値と比較する第2の比較部と、前記第1、第2の比較部の比較結果に基づいて重みを決定する重み演算部とを有することを特徴とする請求項1に記載のスペクトラム拡散通信受信装置。

【請求項6】データ1ビット当たり複数回ホップする高

速周波数ホッピング方式を用いるスペクトラム拡散通信受信装置であって、各ホップについてデータ判定してホップ判定データとして出力するホップデータ判定部と、前記ホップデータ判定部からの各ホップ判定データを合成してデータ判定をおこなう合成判定部と、前記合成判定部から出力される判定データと前記ホップデータ判定部から出力される各ホップ判定データとの比較を行ってエラーか否かを判定するホップデータエラー判定部と、前記ホップデータエラー判定部から出力されるエラー判定結果を記憶するエラーメモリと、前記エラーメモリに格納されたエラー判定結果に基づいて重みを決定する重み制御部とを有し、前記合成判定部は、前記重み制御部からの重みに基づいて各ホップ判定データの合成を行うことを特徴とするスペクトラム拡散通信受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報シンボル速度よりもホッピング速度が速い高速周波数ホッピング方式を用いるスペクトラム拡散通信受信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、スペクトラム拡散通信方式は、耐干渉性、秘匿性などに優れていることから、衛星通信、陸上通信の分野にて利用されている。このスペクトラム拡散通信方式の一つに周波数ホッピング方式がある。周波数ホッピング方式は情報で変調された搬送波周波数を与えた帯域内でランダムに離散的に切り替えることにより、広帯域に拡散する方式である。周波数ホッピング方式はホッピング速度により更に高速周波数ホッピングと低速周波数ホッピングとの2つに分けられる。

【0003】複数のデータを1つの周波数で伝送し、データレートよりも周波数ホッピングレートが低い場合の周波数ホッピングを低速周波数ホッピングといい、データレートよりも周波数ホッピングレートが高い場合の周波数ホッピングを高速周波数ホッピング（以下、「高速FH」と記載する）という。高速FH方式では1シンボルを複数の周波数にて送信するため、マルチパスフェージングなどの周波数選択性フェージングに対して良好な特性を得ることができる。

【0004】この高速FH方式における合成方式としては、検波出力をアナログ的に合成してからデータを判定する方式である線形合成方式と、先に各ホップデータを2値化してから演算処理する方法であるハードリミッタ合成方式とがある。線形合成方式は、検波出力をアナログ的に合成しているため、合成時に発生するロスが少なくすみ、基本特性である対ノイズ特性に優れていることが特徴である。しかし、線形合成方式をハードウェアにて実現する場合、大きなダイナミックレンジが必要となり、信号が大きいと飽和する可能性がある。そのため

特開2001-102964
(P2001-102964A)

(3)

3

め、補償回路が必要となり回路規模が増大するため、回路構成の簡略化によるコストメリットをもつハードリミッタ合成方式を使用するケースが一般的である。このハードリミッタ合成方式は、強い干渉環境下において良好な特性をもち、電子レンジ等の強いレベルの輻射に対しても干渉排除力を持っている。

【0005】図7は、ハードリミッタ合成方式を用いる従来の高速FH方式のスペクトラム拡散通信受信装置を示すブロック図である。ここでは、情報変調方式としてマーク（データ「1」）なら $f_c + \Delta f$ の周波数の正弦波を、スペース（データ「0」）なら $f_c - \Delta f$ の周波数の正弦波を出力するBFSK (Binary Frequency Shift Keying) を仮定する。 f_c はホッピングパターン化されたキャリア周波数である。

【0006】図7において、1は送信機からの無線情報を受信して受信信号を出力するアンテナ、2は拡散帯域以外のスペクトラムを低減するバンドパスフィルタ（以下、「BPF」と記載する）、3は送信機と同じホッピングパターンである f_c から中間周波数 f_{IF} だけずれた周波数の信号を次々と出力する周波数シンセサイザ、4はBPF2を介するアンテナ1からの受信信号と周波数シンセサイザ3からの出力信号との周波数ミキシングを行って中間周波数 f_{IF} を出力する周波数変換器、5はマークに対応した周波数 $f_{IF} + \Delta f$ のスペクトラムを通過させる帯域幅BPF、6はスペースに対応した $f_{IF} - \Delta f$ のスペクトラムを通過させるBPF、7は包絡線検波等などによりBPF5から出力された各ホップのレベルを検出する検波部、8はBPF6から出力された各ホップのレベルを検出する検波部、9は各ホップデータ毎にマーク、スペースについてのレベルの比較を行って2値化することによりホップデータの判定を行うホップデータ判定部、10はホップデータ判定部9から出力されるマーク、スペースの多数決判定を行い、データ判定を行う多数決判定部である。

【0007】このように構成されたスペクトラム拡散通信受信装置について、その動作を説明する。

【0008】アンテナ1によって受信された信号（受信信号）はBPF2により拡散周波数帯域信号のみ通過する。ホッピング同期がとれている場合、この帯域制限された信号に周波数シンセサイザ3にて $f_c + f_{IF}$ の周波数である正弦波を周波数変換器4によって掛け合わせると、マークなら $f_{IF} + \Delta f$ 、スペースなら $f_{IF} - \Delta f$ の周波数成分が出力される。マークの場合、周波数変換器4からの出力はBPF5を通過できるが、BPF6は通過できない。スペースの場合は、その逆でBPF6は通過できるが、BPF5は通過できない。BPF5、BPF6の出力に対して、それぞれ包絡線検波等の検波部7、検波部8によってレベル検出を行う。ホップデータ判定部9は各ホップ毎に検波部7と検波部8の出

4

力レベルの比較を行うことによりホップデータの判定を行う。多数決判定部10によってホップデータ判定部9で判定されたマーク、スペースのホップ数をカウントし、数の多い方をそのデータ値にするようにして、受信したデータの判定を行うしくみとなっている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のスペクトラム拡散通信受信装置では、ハードリミッタ合成方式における判定方法として多数決判定を用いるため、基本特性である静特性（例えば対ノイズ特性）は線形合成方式よりも理論的に悪くなるという問題点を有していた。また、フェージング環境下においては更に両方式の性能差の開きが大きくなるという問題点を有していた。さらに、前述したように、従来の線形合成方式では回路規模が大きくなり、更には強い干渉環境下においてはハードリミッタ合成方式と比較して性能劣化してしまうという問題点を有していた。

【0010】このスペクトラム拡散通信受信装置では、高速FHにおける線形合成とハードリミッタ合成との中間的な処理を行うことにより、ハードリミッタ合成方式の強みである干渉環境下における良好な特性を維持しつつ、線形合成方式並みの対ノイズ特性を確保できることが要求されている。

【0011】本発明は、この要求を満たすため、干渉環境下における良好な特性を維持できると共に線形合成方式並みの対ノイズ特性を確保できるスペクトラム拡散通信受信装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明のスペクトラム拡散通信受信装置は、データ1ビット当たり複数回ホップする高速周波数ホッピング方式を用いるスペクトラム拡散通信受信装置であって、各ホップについてデータ判定するホップデータ判定部と、各ホップの受信強度を検出する受信強度検出部と、受信強度検出部で検出した各ホップの受信強度により重み演算を行う重み制御部と、重み制御部にて求められた重みによりホップデータ判定部で判定された各ホップデータを合成してデータ判定をおこなう合成判定部とを有する構成を備えている。

【0013】これにより、干渉環境下における良好な特性を維持できると共に線形合成方式並みの対ノイズ特性を確保できるスペクトラム拡散通信受信装置が得られる。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載のスペクトラム拡散通信受信装置は、データ1ビット当たり複数回ホップする高速周波数ホッピング方式を用いるスペクトラム拡散通信受信装置であって、各ホップについてデータ判定するホップデータ判定部と、各ホップの受信強度を検出する受信強度検出部と、受信強度検出部で

特開2001-102964
(P2001-102964A)

(4)

5

検出した各ホップの受信強度により重み演算を行う重み制御部と、重み制御部にて求められた重みによりホップデータ判定部で判定された各ホップデータを合成してデータ判定をおこなう合成判定部とを有することとしたものである。

【0015】この構成により、受信強度に応じて重み演算された値にて各ホップの判定結果に対する重み付けを行うので、排他的演算である多数決判定と比較して合成利得を稼ぐことができ、良好な対ノイズ特性を確保できると共に、2値化したホップ判定データを合成判定部で利用するというハードリミッタ合成方式を使用している

ので、干渉環境下における良好な特性を維持することができるという作用を有する。

【0016】請求項2に記載のスペクトラム拡散通信受信装置は、請求項1に記載のスペクトラム拡散通信受信装置において、重み制御部は、各ホップの受信強度の中から最大受信強度を検知する最大受信強度検出部と、最大受信強度以外の他のホップの平均受信強度を求める平均受信強度検出部と、最大受信強度と平均受信強度とのレベル差を求め、レベル差をしきい値と比較する比較部と、比較部の比較結果に基づいて重みを決定する重み演算部とを有することとしたものである。

【0017】この構成により、干渉を受けているホップの受信強度は、平均受信強度とのレベル差が大きくなり、そのレベル差がしきい値を越えるとみなし、しきい値を越えた場合には最大強度受信ホップの重みを少なくする又はゼロにすることができるので、干渉の影響を更に少なくすることができるという作用を有する。

【0018】請求項3に記載のスペクトラム拡散通信受信装置は、請求項1に記載のスペクトラム拡散通信受信装置において、重み制御部は、各ホップの受信強度の中から最大受信強度を検知する最大受信強度検出部と、各ホップの受信強度の中から最小受信強度を検出する最小受信強度検出部と、最大受信強度と最小受信強度とのレベル差を求め、レベル差をしきい値と比較する比較部と、比較部の比較結果に基づいて重みを決定する重み演算部とを有することとしたものである。

【0019】この構成により、干渉を受けているホップの受信強度は、最小受信強度とのレベル差が大きくなり、そのレベル差がしきい値を越えるとみなし、しきい値を越えた場合には最大強度受信ホップの重みを少なくする又はゼロにすることができるので、干渉の影響を更に少なくすることができるという作用を有する。

【0020】請求項4に記載のスペクトラム拡散通信受信装置は、請求項1に記載のスペクトラム拡散通信受信装置において、重み制御部は、各ホップの受信強度の中から最大受信強度を検知する最大受信強度検出部と、最大受信強度以外の他のホップの平均受信強度を求める平均受信強度検出部と、最大受信強度と平均受信強度とのレベル差を求め、レベル差を第1のしきい値と比

6

較する第1の比較部と、最大受信強度と各ホップの受信強度との各々のレベル差を求め、各々のレベル差を第2のしきい値と比較する第2の比較部と、第1、第2の比較部の比較結果に基づいて重みを決定する重み演算部とを有することとしたものである。

【0021】この構成により、最大受信強度とレベル差が少ないホップがある場合は、そのホップも干渉を受けているとみなし、最大受信強度受信ホップとともに重みを少なくする又はゼロにすることができるので、干渉の影響を更に少なくすることができるという作用を有する。

【0022】請求項5に記載のスペクトラム拡散通信受信装置は、請求項1に記載のスペクトラム拡散通信受信装置において、重み制御部は、各ホップの受信強度の中から最大受信強度を検知する最大受信強度検出部と、各ホップの受信強度の中から最小受信強度を検出する最小受信強度検出部と、最大受信強度と最小受信強度とのレベル差を求め、レベル差を第1のしきい値と比較する第1の比較部と、最大受信強度と各ホップの受信強度との各々のレベル差を求め、レベル差を第2のしきい値と比較する第2の比較部と、第1、第2の比較部の比較結果に基づいて重みを決定する重み演算部とを有することとしたものである。

【0023】この構成により、最大受信強度とレベル差が少ないホップがある場合は、そのホップも干渉を受けているとみなし、最大受信強度受信ホップとともに重みを少なくする又はゼロにすることができるので、干渉の影響を更に少なくすることができるという作用を有する。

【0024】請求項6に記載のスペクトラム拡散通信受信装置は、データ1ビット当たり複数回ホップする高速周波数ホッピング方式を用いるスペクトラム拡散通信受信装置であって、各ホップについてデータ判定してホップ判定データとして出力するホップデータ判定部と、ホップデータ判定部からの各ホップ判定データを合成してデータ判定をおこなう合成判定部と、合成判定部から出力される判定データとホップデータ判定部から出力される各ホップ判定データとの比較を行ってエラー有無かを判定するホップデータエラー判定部と、ホップデータエラー判定部から出力されるエラー判定結果を記憶するエラーメモリと、エラーメモリに格納されたエラー判定結果に基づいて重みを決定する重み制御部とを有し、合成判定部は、重み制御部からの重みに基づいて各ホップ判定データの合成を行うこととしたものである。

【0025】この構成により、各ホップ判定データと合成後の判定データとを比較することによりホップ毎のエラー発生状況を記憶し、エラーが発生したホップに対応する周波数には干渉が発生しているとみなし、その周波数に対応するホップへの重みを少なくする又はゼロにすることができるので、干渉の影響を更に少なくすること

特開2001-102964
(P2001-102964A)

(5)

7

ができるという作用を有する。

【0026】以下、本発明の実施の形態について、図1～図6を用いて説明する。

【0027】(実施の形態1) 図1は本発明の実施の形態1による高速FH方式のスペクトラム拡散通信受信装置を示すブロック図である。ここでは、従来例と同様に、情報変調方式として、マーク(データ「1」)なら $f_c + \Delta f$ の周波数の正弦波を、スペース(データ「0」)なら $f_c - \Delta f$ の周波数の正弦波を出力するBFSKを仮定する。 f_c はホッピングパターン化された 10 キャリア周波数である。

【0028】図1において、アンテナ1、BPF2、周波数シンセサイザ3、周波数変換器4、BPF5、6、検波部7、8、ホップデータ判定部9は図7と同様のものなので、同一符号を付し、説明は省略する。11は各ホップの受信強度を検出する受信強度検出部、12は受信強度検出部11で検出された各ホップの受信強度に基づいて各ホップ判定データに対する重み係数を算出する重み制御部、13は重み制御部12で算出された重み係数に応じてホップデータ判定部9からの各ホップ判定データに対して重み付け演算をおこない合成判定を行う合成判定部である。

【0029】以上のように構成されたスペクトラム拡散通信受信装置について、その動作を説明する。

【0030】アンテナ1によって受信された信号はBPF2により拡散周波数帯域信号のみ通過する。ホッピング同期がとれている場合、この帯域制限された信号と周波数シンセサイザ3出力の $f_c + f_{IF}$ の周波数である正弦波信号とを周波数変換器4によって掛け合わせると、マークなら $f_{IF} + \Delta f$ 、スペースなら $f_{IF} - \Delta f$ の周波数成分が出力される。マークの場合、周波数変換器4からの出力はBPF5を通過できるが、BPF6は通過できない。スペースの場合はその逆で、周波数変換器4からの出力はBPF6を通過できるが、BPF5は通過できない。BPF5、BPF6の出力に対して、それぞれ包絡線検波等の検波部7、検波部8によってレベル検出を行う。ホップデータ判定部9は各ホップ毎に検波部7と検波部8の出力レベルの比較を行うことによりホップデータの判定を行う。また、各ホップにおける受信強度を受信強度検出部11により検出し、重み制御部12により各ホップの受信強度のレベルに応じて重み係数を算出する。例えば、他の受信ホップと比較して受信強度が強いホップに対しては重み係数を大きくし、受信強度が低いホップに対しては重み係数を少なくするように、相対的レベルにより重み係数の演算を行う。ホップデータ判定部9からのホップ判定データに対して重み制御部12にて算出された重み係数を用いて合成判定部13により最大比合成等の重み付け合成を行い、1ビットのデータ判定を行う。

【0031】以下に、1ビットデータの判定方法の例を 50

8

述べる。例えば、1シンボル当たり4ホップ行う高速FHを想定する。1ビット内の各ホップにホップ番号をつけるため、ここではそれぞれホップ1、ホップ2、ホップ3、ホップ4とする。ホップデータ判定部9はホップデータとして「1」(ホップ1)、「0」(ホップ2)、「1」(ホップ3)、「0」(ホップ4)と判定したとする。この時の受信強度を基に重み制御部12によって各ホップにおける重み係数を演算した結果を4(ホップ1)、1(ホップ2)、2(ホップ3)、3(ホップ4)とし、各ホップ判定データが「1」なら+1、「0」なら-1に置き換え、合成判定部13によって重み演算を行う。この場合の演算値Xは、 $X = +1 \times 4 - 1 \times 1 + 1 \times 2 - 1 \times 3 = +2 > 0$ となる。つまりこの重み演算からは正の値Xが導かれているので合成判定部13はこのデータを「1」と判定する。重み演算により負の値が導出された場合は、判定データを「0」とする。

【0032】以上のように本実施の形態によれば、各ホップについてデータ判定するホップデータ判定部9と、各ホップの受信強度を検出する受信強度検出部11と、受信強度検出部11で検出した各ホップの受信強度により重み演算を行う重み制御部12と、重み制御部12にて求められた重みによりホップデータ判定部9で判定された各ホップデータを合成してデータ判定をおこなう合成判定部13とを設けたことにより、受信強度に応じて重み演算された値にて各ホップの判定結果に対する重み付けを行うので、排他的演算である多数決判定と比較して合成利得を稼ぐことができ、良好な対ノイズ特性を確保できると共に、2値化したホップ判定データを合成判定部で利用するというハードリミット合成方式を使用しているので、干渉環境下における良好な特性を維持することができる。

【0033】(実施の形態2) 図2は、本発明の実施の形態2による高速FH方式のスペクトラム拡散通信受信装置の重み制御部を示すブロック図である。スペクトラム拡散通信受信装置の構成は実施の形態1と同様、図1の構成であり、図2の重み制御部は、図1の重み制御部12に対応するものであり、受信強度メモリとホップ制御部と最大受信強度検出部と平均受信強度検出部と比較部としきい値設定部と重み演算部とによって構成されている。

【0034】図2において、21はフリップフロップ等の簡単な回路にて構成され、各ホップにおける受信強度を記憶する受信強度メモリ、22は各ホップに対応した受信強度メモリ21に対して書き込みタイミングを出力するホップタイミング制御部、23は全ホップの受信強度の中から最大のレベル、ホップ番号を検出する最大受信強度検出部、24は最大受信強度検出部23にて検出されたホップ以外の受信強度の平均値をとる平均受信強度検出部、25はしきい値設定部、26は最大受信強度

特開2001-102964
(P2001-102964A)

(6)

9

検出部23の出力と平均受信強度検出部24の出力とのレベル差としきい値設定部25のしきい値との比較結果を出力する比較部、27は比較部26の出力結果により重み係数を決定する重み演算部である。

【0035】以上のように構成された重み制御部について、その動作を説明する。

【0036】各ホップにおける受信強度を、ホップタイミング制御部22が出力するホッピングタイミングに準じたタイミングにより、受信強度メモリ21に書き込む。受信強度メモリ21からの出力により、1ビット当

たりの全ホップにおいて最も受信強度が強いホップ番号および受信強度のレベルを最大受信強度検出部23によって検出する。最大受信強度をもつホップ以外の受信強度の平均値を平均受信強度検出部24によって検出し、最大受信強度検出部23からの最大受信強度と平均受信強度検出部24からの平均受信強度とのレベル差を比較部26にて演算する。更に、比較部26で演算した値

(つまり比較結果)がしきい値設定部25のしきい値を超えている場合は、最大受信強度をもつホップは干渉を受けているとみなし、重み演算部27に対して、最大受信強度をもつホップに対する重み係数を少なくする又はゼロにするように命令を行う。この場合、最大受信強度をもつホップ以外のホップについては実施の形態1と同様、重み演算部27は、ホップの受信強度のレベルに応じて重み係数を算出する。なお、しきい値設定部25に対するしきい値の設定値は、外的要因による受信環境の変動に対応できるように動的に変動するようにしてもよい。

【0037】以上のように本実施の形態によれば、重み制御部12は、各ホップの受信強度の中から最大受信強度を検知する最大受信強度検出部23と、最大受信強度以外の他のホップの平均受信強度を求める平均受信強度検出部24と、最大受信強度と平均受信強度とのレベル差を求め、レベル差をしきい値と比較する比較部26と、比較部26の比較結果に基づいて重みを決定する重み演算部27とを設けたことにより、干渉を受けているホップの受信強度は、平均受信強度とのレベル差が大きくなり、そのレベル差がしきい値を越えるとみなし、しきい値を越えた場合には最大強度受信ホップの重みを少なくする又はゼロにすることができるので、干渉の影響を更に少なくすることができる。

【0038】(実施の形態3)図3は、本発明の実施の形態3による高速FH方式のスペクトラム拡散通信用受信装置の重み制御部を示すブロック図である。スペクトラム拡散通信用受信装置の構成は実施の形態1と同様、図1の構成であり、図3の重み制御部は、図1の重み制御部12に対応するものであり、受信強度メモリとホップ制御部と最大受信強度検出部と最小受信強度検出部と比較部としきい値設定部と重み演算部とによって構成されている。

10

【0039】図3において、受信強度メモリ21、ホップタイミング制御部22、最大受信強度検出部23、しきい値設定部25、比較部26、重み演算部27は図2と同様のものなので、同一符号を付し、説明は省略する。31は全ホップの受信強度の中から最小のレベル、ホップ番号を検出する最小受信強度検出部である。本実施の形態では、比較部26は、最大受信強度検出部23からの最大受信強度と最小受信強度検出部31からの最小受信強度とのレベル差としきい値設定部25のしきい値との比較結果を出力する。この点が実施の形態2と異なる点である。

【0040】以上のように構成された重み制御部について、その動作を説明する。

【0041】各ホップにおける受信強度を、ホップタイミング制御部22が出力するホッピングタイミングに準じたタイミングにより、受信強度メモリ21に書き込む。受信強度メモリ21からの出力により1ビット当たりの全ホップにおいて最も受信強度が大きいホップ番号および受信強度のレベルを最大受信強度検出部23によって検出する。また、最も受信強度が小さいホップ番号および受信強度のレベルを最小受信強度検出部31によって検出し、最大受信強度検出部23からの最大受信強度と最小受信強度検出部31からの最小受信強度とのレベル差を比較部26にて演算する。更に、比較部26で演算した値がしきい値設定部25のしきい値を超えている場合は、最大受信強度をもつホップは干渉を受けているとみなし、重み演算部32に対して、最大受信強度をもつホップに対する重み係数を少なくする又はゼロにするように命令を行う。この場合、最大受信強度をもつホップ以外のホップに対しては、実施の形態1と同様、重み演算部32は、ホップの受信強度のレベルに応じて重み係数を算出する。なお、しきい値設定部25のしきい値の設定値は、外的要因による受信環境の変動に対応できるように動的に変動するようにしてもよい。

【0042】以上のように本実施の形態によれば、重み制御部12は、各ホップの受信強度の中から最大受信強度を検知する最大受信強度検出部23と、各ホップの受信強度の中から最小受信強度を検出する最小受信強度検出部31と、最大受信強度と最小受信強度とのレベル差を求め、レベル差をしきい値と比較する比較部26と、比較部26の比較結果に基づいて重みを決定する重み演算部27とを設けたことにより、干渉を受けているホップの受信強度は、最小受信強度とのレベル差が大きくなり、そのレベル差がしきい値を越えるとみなし、しきい値を越えた場合には最大強度受信ホップの重みを少なくする又はゼロにすることができるので、干渉の影響を更に少なくすることができる。

【0043】(実施の形態4)図4は、本発明の実施の形態4による高速FH方式のスペクトラム拡散通信用受信装置の重み制御部を示すブロック図である。スペクト

50

特開 2001-102964
(P 2001-102964A)

(7)

11

ラム拡散通信受信装置の構成は実施の形態 1 と同様、図 1 の構成であり、図 4 の重み制御部は、図 1 の重み制御部 1 2 に対応するものであり、実施の形態 2 において新たに比較部としきい値設定部とを追加したものである。

【0044】図 4 において、受信強度メモリ 2 1、ホップタイミング制御部 2 2、最大受信強度検出部 2 3、平均受信強度検出部 2 4 は図 2 と同様のものなので、同一符号を付し、説明は省略する。4 1 は第 1 のしきい値設定部、4 2 は最大受信強度検出部 2 3 の出力と平均受信強度検出部 2 4 の出力とのレベル差と第 1 のしきい値設定部 4 1 のしきい値との比較結果を出力する第 1 の比較部である。第 1 のしきい値設定部 4 1 と第 1 の比較部 4 2 はそれぞれ、実施の形態 2 におけるしきい値設定部 2 5 と比較部 2 6 と同じものである。4 3 は第 2 のしきい値設定部、4 4 は受信強度メモリ 2 1 の各ホップ受信強度出力と最大受信強度検出部 2 3 の出力とのレベル差と第 2 のしきい値設定部 4 3 のしきい値との比較結果を出力する第 2 の比較部である。

【0045】以上のように構成された重み制御部について、その動作を説明する。

【0046】各ホップにおける受信強度を、ホップタイミング制御部 2 2 が出力するホッピングタイミングに準じたタイミングにより、受信強度メモリ 2 1 に書き込む。受信強度メモリ 2 1 からの出力により 1 ビット当たりの全ホップにおいて最も受信強度が強いホップ番号および受信強度のレベルを最大受信強度検出部 2 3 によって検出する。最大受信強度をもつホップ以外の受信強度の平均値を平均受信強度検出部 2 4 によって検出し、最大受信強度検出部 2 3 からの最大受信強度と平均受信強度検出部 2 4 からの最小受信強度とのレベル差を第 1 の比較部 4 2 にて演算する。更に、第 1 の比較部 4 2 で演算した値が第 1 のしきい値設定部 4 1 の値を超えている場合は、最大受信強度をもつホップは干渉を受けているとみなし、重み演算部 4 5 に対して、最大受信強度をもつホップに対する重み係数を少なくする又はゼロにすることを命令を行う。この場合、最大受信をもつホップ以外のホップに対しては、実施の形態 1 と同様、重み演算部 4 5 は、ホップの受信強度のレベルに応じて重み係数を算出する。なお、第 1 のしきい値設定部 4 1 のしきい値の設定値は、外的要因による受信環境の変動に対応できるように動的に変動するようにしてもよい。ここまでは実施の形態 2 と同様の動作である。

【0047】本実施の形態では更に、各ホップの受信強度を格納している受信強度メモリ 2 1 の値と最大受信強度検出部 2 3 の出力とのレベル差を各ホップについて第 2 の比較部 4 4 により演算する。最大受信強度をもつホップが干渉を受けているとみなされた場合、第 2 の比較部 4 4 からの各ホップについてのレベル差が第 2 のしきい値設定部 4 3 のしきい値より小さいとき、そのホップ

12

も干渉を受けているとみなし、重み演算部 4 5 に対して、このホップに対する重み係数を少なくする又はゼロにするように命令を行う。なお、第 2 のしきい値設定部 4 1 のしきい値の設定値は、外的要因による受信環境の変動に対応できるように動的に変動するようにしてもよい。

【0048】以上のように本実施の形態によれば、重み制御部 1 2 は、各ホップの受信強度の中から最大受信強度を検知する最大受信強度検出部 2 3 と、最大受信強度以外の他のホップの平均受信強度を求める平均受信強度検出部 2 4 と、最大受信強度と平均受信強度とのレベル差を求め、レベル差を第 1 のしきい値と比較する第 1 の比較部 4 2 と、最大受信強度と各ホップの受信強度との各々のレベル差を求め、各々のレベル差を第 2 のしきい値と比較する第 2 の比較部 4 4 と、第 1、第 2 の比較部 4 2、4 4 の比較結果に基づいて重みを決定する重み演算部 4 5 とを設けたことにより、最大受信強度とレベル差が少ないホップがある場合は、そのホップも干渉を受けているとみなし、最大受信強度受信ホップとともに重みを少なくする又はゼロにすることができるので、干渉の影響を更に少なくすることができる。

【0049】(実施の形態 5) 図 5 は、本発明の実施の形態 5 による高速 FH 方式のスペクトラム拡散通信受信装置の重み制御部を示すブロック図である。スペクトラム拡散通信受信装置の構成は実施の形態 1 と同様、図 1 の構成であり、図 5 の重み制御部は、実施の形態 3 において新たに比較部としきい値設定部とを追加したものである。

【0050】図 5 において、受信強度メモリ 2 1、ホップタイミング制御部 2 2、最大受信強度検出部 2 3、最小受信強度検出部 3 1 は図 3 と同様のものなので、同一符号を付し、説明は省略する。5 1 は第 1 のしきい値設定部、5 2 は最大受信強度検出部 2 3 の出力と最小受信強度検出部 3 1 の出力とのレベル差と第 1 のしきい値設定部 5 1 のしきい値との比較結果を出力する第 1 の比較部である。第 1 のしきい値設定部 5 1、第 1 の比較部 5 2 はそれぞれ、実施の形態 2 におけるしきい値設定部 2 5、比較部 2 6 と同じものである。5 3 は第 2 のしきい値設定部、5 4 は受信強度メモリ 2 1 の各ホップ受信強度出力と最大受信強度検出部 2 3 の出力とのレベル差と第 2 のしきい値設定部 5 3 のしきい値との比較結果を出力する第 2 の比較部である。

【0051】以上のように構成された重み制御部について、その動作を説明する。

【0052】各ホップにおける受信強度を、ホップタイミング制御部 2 2 が出力するホッピングタイミングに準じたタイミングにより、受信強度メモリ 2 1 に書き込む。受信強度メモリ 2 1 からの出力により 1 ビット当たりの全ホップにおいて最も受信強度が大きいホップ番号および受信強度のレベルを最大受信強度検出部 2 3 によ

特開2001-102964
(P2001-102964A)

(8)

13

って検出する。また、1ビット当たりの全ホップにおいて最も受信強度が小さいホップ番号および受信強度のレベルを最小受信強度検出部31によって検出し、最大受信強度検出部23からの最大受信強度と最小受信強度検出部31からの最小受信強度とのレベル差を第1の比較部52にて演算する。更に、第1の比較部52で演算した値が第1のしきい値設定部51のしきい値を超えている場合は、最大受信強度をもつホップは干渉を受けているとみなし、重み演算部55に対して、最大受信強度をもつホップに対する重み係数を少なくする又はゼロにするように命令を行う。この場合、最大受信強度をもつホップ以外のホップに対しては、実施の形態1と同様、重み演算部55は、ホップの受信強度のレベルに応じて重み係数を算出する。なお、第1のしきい値設定部51のしきい値の設定値は、外的要因による受信環境の変動に対応できるように動的に変動するようにしてもよい。ここまでは実施の形態3と同様の動作である。

【0053】本実施の形態では更に、各ホップの受信強度を格納している受信強度メモリ21の値と最大受信強度検出部23とのレベル差を各ホップについて第2の比較部54により演算する。最大受信強度をもつホップが干渉を受けているとみなされた場合、第2の比較部54からの各ホップについてのレベル差が第2のしきい値設定部53のしきい値より小さいとき、そのホップも干渉を受けているとみなし、重み演算部55に対して、このホップに対する重み係数を少なくする又はゼロにするように命令を行う。なお、第2のしきい値設定部53のしきい値の設定値は、外的要因による受信環境の変動に対応できるように動的に変動するようにしてもよい。

【0054】以上のように本実施の形態によれば、重み制御部12は、各ホップの受信強度の中から最大受信強度を検知する最大受信強度検出部23と、各ホップの受信強度の中から最小受信強度を検出する最小受信強度検出部31と、最大受信強度と最小受信強度とのレベル差を求め、レベル差を第1のしきい値と比較する第1の比較部52と、最大受信強度と各ホップの受信強度との各々のレベル差を求め、レベル差を第2のしきい値と比較する第2の比較部54と、第1、第2の比較部52、54の比較結果に基づいて重みを決定する重み演算部55とを設けたことにより、最大受信強度とレベル差が小さいホップがある場合は、そのホップも干渉を受けているとみなし、最大受信強度受信ホップとともに重みを少なくする又はゼロにすることができ、干渉の影響を更に少なくすることができる。

【0055】(実施の形態6) 図6は本発明の実施の形態6による高速FH方式のスペクトル拡散通信受信装置を示すブロック図である。実施の形態1と同様に、情報変調方式として、マーク(データ「1」)なら $f_c + \Delta f$ の周波数の正弦波を、スペース(データ「0」)なら $f_c - \Delta f$ の周波数の正弦波を出力するBFSKを仮

14

定する。 f_c はホッピングパターン化されたキャリア周波数である。

【0056】図6において、アンテナ1、BPF2、周波数シンセサイザ3、周波数変換器4、BPF5、6、検波部7、8、ホップデータ判定部9は図1と同様のものなので、同一符号を付し、説明は省略する。61は後述の合成判定部64出力の1ビット判定データとホップデータ判定部9における判定結果との比較を行うホップデータエラー判定部、62はホップデータエラー判定部61で判定されたエラーの履歴を記憶するエラーメモリ、63はエラーメモリ62のエラー状態によって重み係数を決定する重み制御部、64は重み制御部63で算出された重み係数に応じてホップデータ判定部9からの各ホップ判定データに対して重み付け演算を行って合成判定を行う合成判定部である。

【0057】以上のように構成されたスペクトル拡散通信受信装置について、その動作を説明する。

【0058】アンテナ1によって受信された信号はBPF2により拡散周波数帯域信号のみ通過する。ホッピング同期がとれている場合、この帯域制限された信号と周波数シンセサイザ3出力の $f_c + f_{IF}$ の周波数である正弦波信号とを周波数変換器4によって掛け合わせると、マークなら $f_{IF} + \Delta f$ 、スペースなら $f_{IF} - \Delta f$ の周波数成分が出力される。マークの場合、周波数変換器4からの出力はBPF5を通過できるが、BPF6は通過できない。スペースの場合はその逆で、周波数変換器4からの出力はBPF6を通過できるが、BPF5は通過できない。BPF5、BPF6の出力に対して、それぞれ包絡線検波等の検波部7、検波部8によってレベル検出を行う。ホップデータ判定部9は、各ホップ毎に検波部7と検波部8の出力レベルの比較を行うことによりホップデータの判定を行う。ホップデータ判定部9によって判定された各ホップにおけるデータ(各ホップ判定データ)と合成判定部64により判定されたデータ結果(判定データ)とを比較し、この2つの判定データが一致しているのであれば、そのホップデータはエラーが発生していないとみなし、一致していないのであればそのホップデータはエラーが発生しているとみなすことにより、各ホップに対応する周波数のエラーを検出し、そのエラー発生履歴をエラーメモリ62により記憶する。重み制御部63は、エラーメモリ62に記憶された各ホップに関するエラー発生履歴を参照することによりエラー発生頻度の演算を行い、エラー発生が多発している周波数に対しては干渉を受けているとみなし、この周波数に対する重み係数を少なくする又はゼロにする。ホップデータ判定部9からのホップ判定データに対して重み制御部63にて算出された重み係数を用いて合成判定部13により重み付け合成を行い、1ビットデータの判定を行う。

【0059】以上のように本実施の形態によれば、各ホ

特開2001-102964
(P2001-102964A)

(9)

15

ップについてデータ判定してホップ判定データとして出力するホップデータ判定部9と、ホップデータ判定部9からの各ホップ判定データを合成してデータ判定をおこなう合成判定部64と、合成判定部64から出力される判定データとホップデータ判定部9から出力される各ホップ判定データとの比較を行ってエラーか否かを判定するホップデータエラー判定部61と、ホップデータエラー判定部61から出力されるエラー判定結果を記憶するエラーメモリ62と、エラーメモリ62に格納されたエラー判定結果に基づいて重みを決定する重み制御部63とを有し、合成判定部64は、重み制御部63からの重みに基づいて各ホップ判定データの合成を行うようにしたことにより、各ホップ判定データと合成後の判定データとを比較することによりホップ毎のエラー発生状況を記憶し、エラーが発生したホップに対応する周波数には干渉が発生しているとみなし、その周波数に対応するホップへの重みを少なくする又はゼロにすることができるので、干渉の影響を更に少なくすることができる。

【0060】

【発明の効果】以上説明したように本発明の請求項1に記載のスペクトラム拡散通信用受信装置によれば、データ1ビット当たり複数回ホップする高速周波数ホッピング方式を用いるスペクトラム拡散通信用受信装置であって、各ホップについてデータ判定するホップデータ判定部と、各ホップの受信強度を検出する受信強度検出部と、受信強度検出部で検出した各ホップの受信強度により重み演算を行う重み制御部と、重み制御部にて求められた重みによりホップデータ判定部で判定された各ホップデータを合成してデータ判定をおこなう合成判定部とを有することにより、受信強度に応じて重み演算された値にて各ホップの判定結果に対する重み付けを行うので、排他的演算である多数決判定と比較して合成利得を稼ぐことができ、良好な対ノイズ特性を確保できると共に、2値化したホップ判定データを合成判定部で利用するというハードリミッタ合成方式を使用しているため、干渉環境下における良好な特性を維持することができるという有利な効果が得られる。

【0061】請求項2に記載のスペクトラム拡散通信用受信装置によれば、請求項1に記載のスペクトラム拡散通信用受信装置において、重み制御部は、各ホップの受信強度の中から最大受信強度を検知する最大受信強度検出部と、最大受信強度以外の他のホップの平均受信強度を求める平均受信強度検出部と、最大受信強度と平均受信強度とのレベル差を求め、レベル差をしきい値と比較する比較部と、比較部の比較結果に基づいて重みを決定する重み演算部とを有することにより、干渉を受けているホップの受信強度は、平均受信強度とのレベル差が大きくなり、そのレベル差がしきい値を越えるとみなし、しきい値を越えた場合には最大受信強度のホップの重みを少なくする又はゼロにすることができるので、干渉の

16

影響を更に少なくすることができるという有利な効果が得られる。

【0062】請求項3に記載のスペクトラム拡散通信用受信装置によれば、請求項1に記載のスペクトラム拡散通信用受信装置において、重み制御部は、各ホップの受信強度の中から最大受信強度を検知する最大受信強度検出部と、各ホップの受信強度の中から最小受信強度を検出する最小受信強度検出部と、最大受信強度と最小受信強度とのレベル差を求め、レベル差をしきい値と比較する比較部と、比較部の比較結果に基づいて重みを決定する重み演算部とを有することにより、干渉を受けているホップの受信強度は、最小受信強度とのレベル差が大きくなり、そのレベル差がしきい値を越えるとみなし、しきい値を越えた場合には最大強度受信ホップの重みを少なくする又はゼロにすることができるので、干渉の影響を更に少なくすることができるという有利な効果が得られる。

【0063】請求項4に記載のスペクトラム拡散通信用受信装置によれば、請求項1に記載のスペクトラム拡散通信用受信装置において、重み制御部は、各ホップの受信強度の中から最大受信強度を検知する最大受信強度検出部と、最大受信強度以外の他のホップの平均受信強度を求める平均受信強度検出部と、最大受信強度と平均受信強度とのレベル差を求め、レベル差を第1のしきい値と比較する第1の比較部と、最大受信強度と各ホップの受信強度との各々のレベル差を求め、各々のレベル差を第2のしきい値と比較する第2の比較部と、第1、第2の比較部の比較結果に基づいて重みを決定する重み演算部とを有することにより、最大受信強度とレベル差が少ないホップがある場合は、そのホップも干渉を受けているとみなし、最大受信強度受信ホップとともに重みを少なくする又はゼロにすることができるので、干渉の影響を更に少なくすることができるという有利な効果が得られる。

【0064】請求項5に記載のスペクトラム拡散通信用受信装置によれば、請求項1に記載のスペクトラム拡散通信用受信装置において、重み制御部は、各ホップの受信強度の中から最大受信強度を検知する最大受信強度検出部と、各ホップの受信強度の中から最小受信強度を検出する最小受信強度検出部と、最大受信強度と最小受信強度とのレベル差を求め、レベル差を第1のしきい値と比較する第1の比較部と、最大受信強度と各ホップの受信強度との各々のレベル差を求め、レベル差を第2のしきい値と比較する第2の比較部と、第1、第2の比較部の比較結果に基づいて重みを決定する重み演算部とを有することにより、最大受信強度とレベル差が少ないホップがある場合は、そのホップも干渉を受けているとみなし、最大受信強度受信ホップとともに重みを少なくする又はゼロにすることができるので、干渉の影響を更に少なくすることができるという有利な効果が得られる。

特開2001-102964
(P2001-102964A)

(10)

17

【0065】請求項6に記載のスペクトラム拡散通信受信装置によれば、データ1ビット当たり複数回ホップする高速周波数ホッピング方式を用いるスペクトラム拡散通信受信装置であって、各ホップについてデータ判定してホップ判定データとして出力するホップデータ判定部と、ホップデータ判定部からの各ホップ判定データを合成してデータ判定をおこなう合成判定部と、合成判定部から出力される判定データとホップデータ判定部から出力される各ホップ判定データとの比較を行ってエラーか否かを判定するホップデータエラー判定部と、ホップデータエラー判定部から出力されるエラー判定結果を記憶するエラーメモリと、エラーメモリに格納されたエラー判定結果に基づいて重みを決定する重み制御部とを有し、合成判定部は、重み制御部からの重みに基づいて各ホップ判定データの合成を行うことにより、各ホップ判定データと合成後の判定データとを比較することによりホップ毎のエラー発生状況を記憶し、エラーが発生したホップに対応する周波数には干渉が発生しているとみなし、その周波数に対応するホップへの重みを少なくする又はゼロにすることができるので、干渉の影響を更に少なくすることができるという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1による高速FH方式のスペクトラム拡散通信受信装置を示すブロック図

【図2】本発明の実施の形態2による高速FH方式のスペクトラム拡散通信受信装置の重み制御部を示すブロック図

【図3】本発明の実施の形態3による高速FH方式のスペクトラム拡散通信受信装置の重み制御部を示すブロック図

【図4】本発明の実施の形態4による高速FH方式のスペクトラム拡散通信受信装置の重み制御部を示すブロッ

ク図

【図5】本発明の実施の形態5による高速FH方式のスペクトラム拡散通信受信装置の重み制御部を示すブロック図

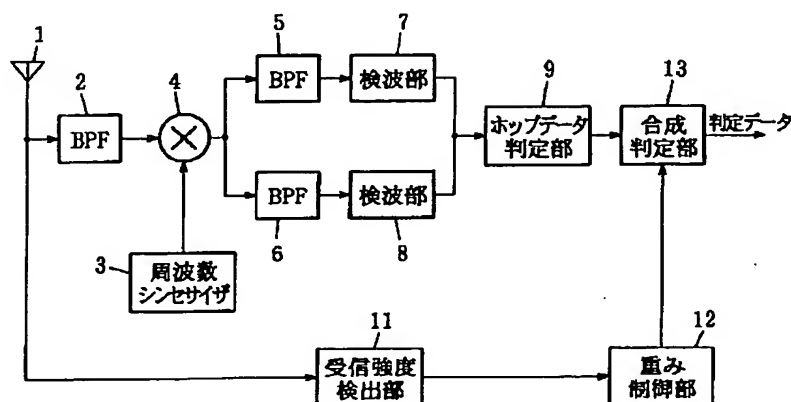
【図6】本発明の実施の形態6による高速FH方式のスペクトラム拡散通信受信装置を示すブロック図

【図7】従来の高速FH方式のスペクトラム拡散通信受信装置を示すブロック図

【符号の説明】

- 1 アンテナ
- 2、5、6 BPF
- 3 周波数シンセサイザ
- 4 周波数変換器
- 7、8 検波部
- 9 ホップデータ判定部
- 11 受信強度検出部
- 12、63 重み制御部
- 13、64 合成判定部
- 21 受信強度メモリ
- 22 ホップタイミング制御部
- 23 最大受信強度検出部
- 24 平均受信強度検出部
- 25 しきい値設定部
- 26 比較部
- 27、45、55 重み演算部
- 31 最小受信強度検出部
- 41、51 第1のしきい値設定部
- 42、52 第1の比較部
- 43、53 第2のしきい値設定部
- 44、54 第2の比較部
- 61 ホップデータエラー判定部
- 62 エラーメモリ

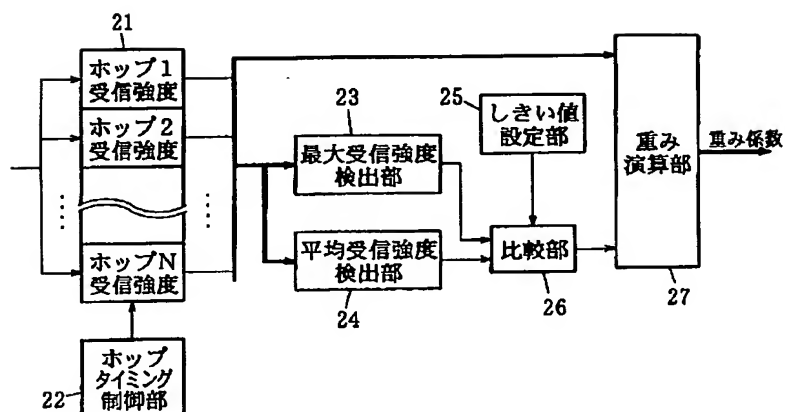
【図1】



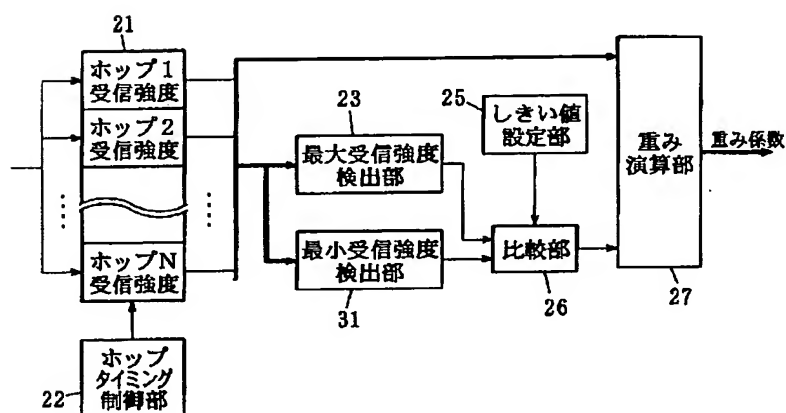
特開2001-102964
(P2001-102964A)

(11)

【図2】



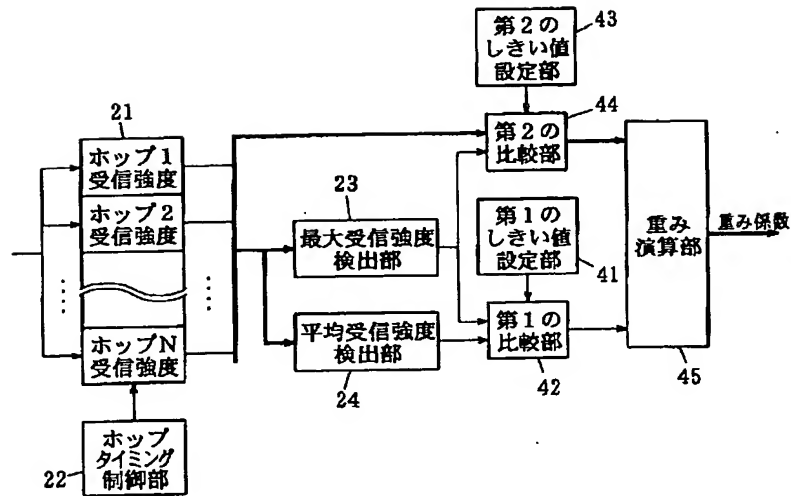
【図3】



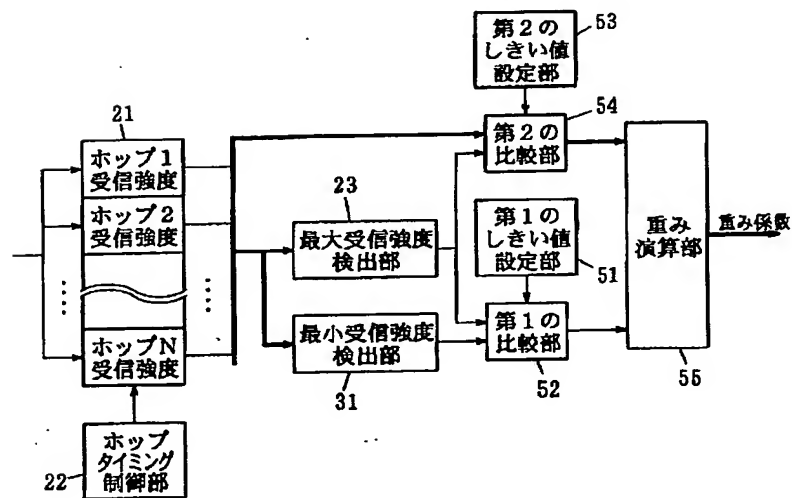
特開2001-102964
(P2001-102964A)

(12)

【図4】



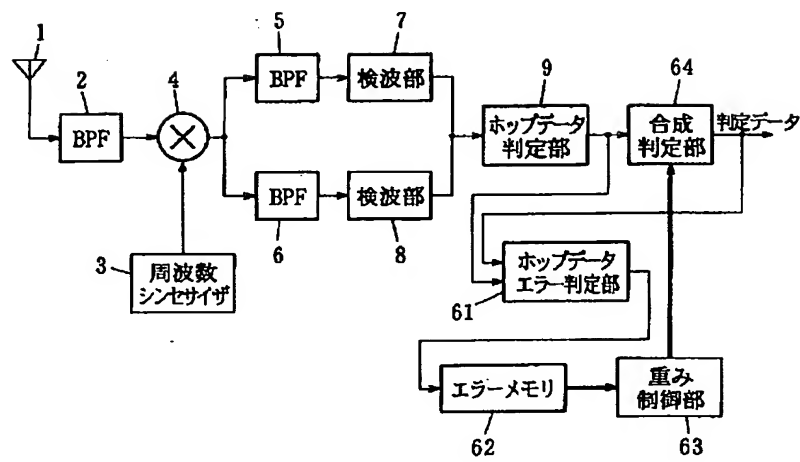
【図5】



特開2001-102964
(P2001-102964A)

(13)

【図6】



【図7】

